

Vom Karussell der Atome

1. Der Kreislauf der Elemente

In der letzten Folge der Reihe „Ökologie“ wurde dargelegt, dass der Stoffhaushalt in einer Biozönose einen Kreislauf darstellt. Wenn hier von „Stoffen“ gesprochen wird, dann meint man damit nicht bestimmte Stoffe im Sinne der Chemie (wie etwa Traubenzucker oder Kohlenstoffdioxid), sondern die in diesen Stoffen eingebauten Atome.

Um die Stoffkreisläufe genauer zu studieren, untersucht man daher jeweils den Kreislauf einer bestimmten Atomsorte, also eines chemischen Elementes.

Dabei stehen diejenigen Elemente im Vordergrund des Interesses, die in Lebewesen in besonders großen Mengen vorkommen. Die „organischen Stoffe“, aus denen (abgesehen von Wasser) Lebewesen überwiegend bestehen, sind Verbindungen des Elementes Kohlenstoff, in denen außerdem Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel als mengenmäßig bedeutendste Anteile eingebaut sind.

2. Der Kreislauf des Elementes Kohlenstoff

2.1. Produktion und Bindung von CO₂

Die wesentlichen Vorgänge für den Kreislauf der Kohlenstoffatome wurden bereits im Übersichtstext „Die Grundelemente einer Lebensgemeinschaft“ (Ökologie 3) beschrieben: Photosynthese und Atmung.

Als anorganische Verbindung fungiert das Kohlenstoffdioxid (CO₂). Es wird von Pflanzen aus der Luft oder aus dem Wasser aufgenommen, wo es nur in sehr geringen Konzentrationen vorkommt. In der Atmosphäre liegt die Konzentration bei 0,03%, es zählt daher zu den Spurengasen. In Wasser ist CO₂ mit 3,3 g/l bei 0 °C verhältnismäßig gut löslich (gegenüber Sauerstoff mit 14 mg/l das 230fache), allerdings nimmt wie bei allen Gasen die Löslichkeit mit steigendem Temperatur stark ab.

Durch seine geringe Konzentration wirkt CO₂ für die Pflanzen als „Wachstumsbremse“: die Photosynthese, Grundlage für ihr Gedeihen, kann nur in dem Maße ablaufen, in dem CO₂ zur Verfügung steht. Schon lange wird dieser Effekt in der Landwirtschaft genutzt: Gärtner stellen kleine Koksöfen in ihre Gewächshäuser, nicht nur zur Erhöhung der Temperatur, sondern auch, um die CO₂-Konzentration zu erhöhen.

Die Zusammenhänge stellt die Abb. 1 dar (Vergleichen Sie dazu bitte das allgemeine Schema, Abb. 2 in „Ökologie 3“).

2.2. Die Rolle der Ozeane

Wegen seiner relativ guten Löslichkeit wird CO₂ von Wasseroberflächen regelrecht „eingefangen“, in ganz besonderem Maße geschieht dies an den riesigen Flächen der Weltmeere. Im Wasser wird es aber nicht nur physikalisch gelöst, sondern auch in eine Kette chemischer Reaktionen eingeführt, die hier nur prinzipiell angesprochen werden soll. Wesentlich für den globalen CO₂-Haushalt ist vor allem, dass sowohl über rein chemische Reaktionen, aber auch durch die Tätigkeit von Lebewesen durch den Bau von Gehäusen (Muscheln, Schnecken u.a.) CO₂ in Kalk (Calciumcarbonat, CaCO₃) gebunden und damit dem offenen Kreislauf entzogen wird. Es an dieser Stelle nur darauf hingewiesen, dass dieser Prozess in seinen komplizierten Einzelheiten, insbesondere die Auswirkungen verschiedener Umgebungsbedingungen,

noch sehr viele offene Fragen bereithält und damit einer der großen Unsicherheitsfaktoren für die Einschätzungen der CO₂-Problematik hinsichtlich der klimatischen Entwicklung der Erde darstellt.

3. Der Kreislauf des Elementes Sauerstoff

3.1. Entstehung und Bindung

Wie das Kohlenstoffdioxid ist auch der Sauerstoff an den Reaktionen von Photosynthese und Atmung beteiligt. Wir können ihn daher leicht in das Schema des Kohlenstoffkreislaufes einbauen (Abb. 2).

Im Gegensatz zum Kohlenstoffdioxid steht Sauerstoff in der Atmosphäre in praktisch unbegrenzten Mengen zur Verfügung, neben dem Hauptbestandteil Stickstoff (ca. 4/5) nimmt er 1/5 des Luftvolumens ein.

Wesentlich kritischer sind die Verhältnisse im Wasser: wegen seiner sehr geringen Löslichkeit (Sauerstoffmoleküle sind völlig unpolare) kann hier sehr schnell eine für viele Lebewesen bedrohliche Verknappung eintreten. Die Pressemeldungen über eine Drosselung von Kraftwerksleistungen bei einer aktuellen Hitzewelle hängen damit unmittelbar zusammen: Um eine zu starke Erwärmung der Flüsse, die das Kühlwasser für die Kraftwerke liefern, zu verhindern, wurden so genannte „Wärmelastpläne“ erstellt, die die Einleitung von erwärmtem Kühlwasser begrenzen.

3.2. Die Abhängigkeit verschiedener Elementkreisläufe

Die vereinfachten Kreislaufeschemata, wie die Abb. 1, lassen oft nicht unmittelbar erkennen, dass die Kreisläufe der verschiedenen Elemente miteinander verzahnt sind. Am Beispiel des Kohlenstoff-Sauerstoff-Kreislaufes (Abb. 2) wird dies deutlich: Bei Sauerstoffmangel kann keine organische Substanz durch Atmung abgebaut und damit kein CO₂ gebildet werden. Dadurch wird aber auch die Photosynthese blockiert, sodass beide Kreisläufe zusammenbrechen.

Diese wechselseitige Verkopplung besteht zwischen den Kreisläufen aller etwa 20 Elemente, die in Lebewesen vorkommen. Man kann vielleicht erahnen, wie schwierig eine umfassende Kenntnis über alle etwaigen Abhängigkeiten zu erhalten ist!

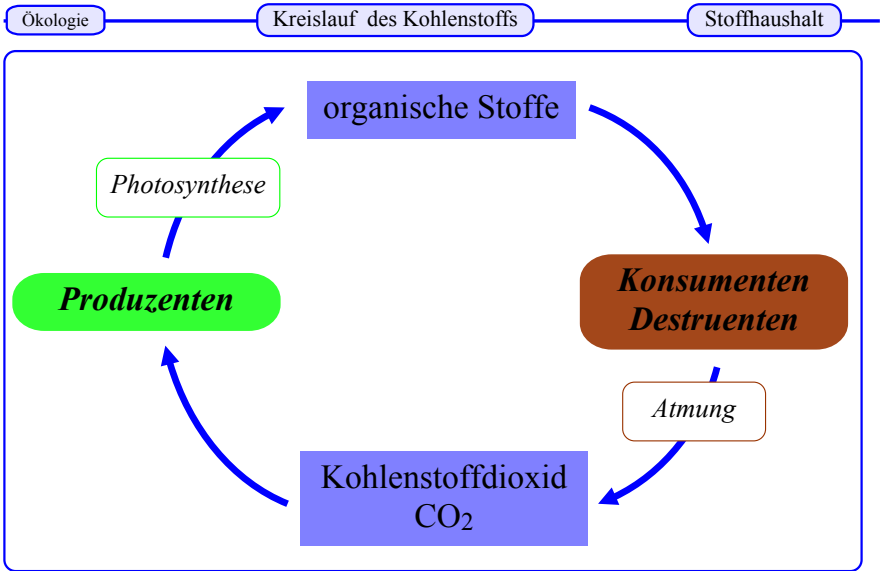


Abb. 1: Der Kreislauf des Elementes Kohlenstoff

www.die-reise-maus.de

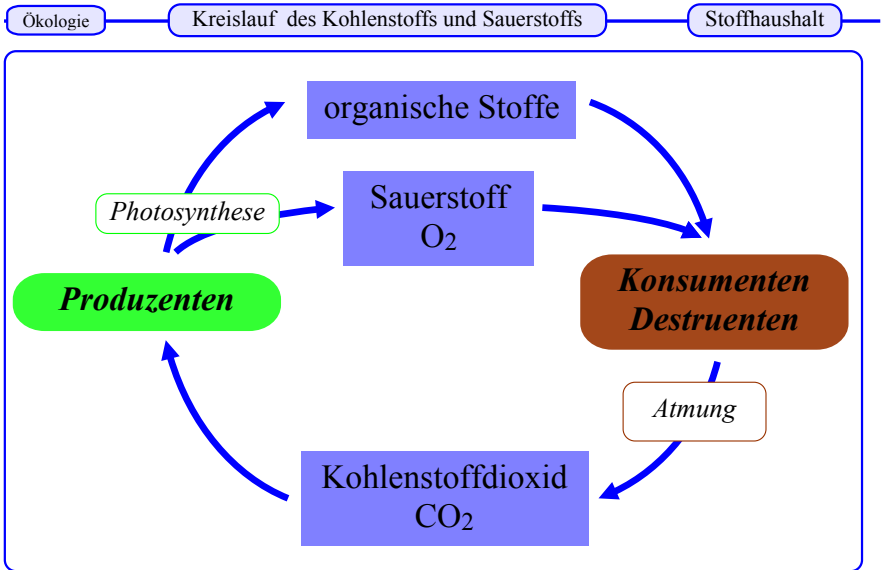


Abb. 2: Der Kreislauf der Elemente Kohlenstoff und Sauerstoff

Fachbegriff-Erklärungen

Atmung

- a. O₂-Aufnahme bzw. CO₂-Abgabe (Gasaustausch)
- b. (Zell-)Atmung: oxidativer Abbau organischer Verbindungen (z.B. Kohlenhydrate) zur Energieversorgung eines Lebewesens

Destruenten

Organismen, die organisches Material zu anorganischen Stoffen abbauen; letztes Glied einer Nahrungskette.

B: Pilze, Bakterien

lat. *destruere* abtragen

Konsumenten

Heterotrophe Glieder einer Nahrungskette, die das aufgenommene organische Material nur in geringem Umfang in anorganische Stoffe abbauen (Pflanzen- und Fleischfresser).

lat. *consumere* verbrauchen

Photosynthese

Biochemischer Prozess, durch den unter Nutzung der Lichtenergie aus CO₂ und H₂O Kohlenhydrate und O₂ gebildet werden.

Produzenten

Lebewesen, die aus anorganischen Stoffen organische Verbindungen aufbauen können. (autotrophe L.) B: grüne Pflanzen und einige Bakterien.

Weitere Fachbegriffserklärungen aus der Biologie und den angrenzenden Wissenschaftsgebieten Physik und Chemie finden Sie auch in der Rubrik „Lexika“ in der Datei „Biologie_LX.pdf“ und „Chemie_LX.pdf“.

Ein ausführlicheres Schema des Kohlenstoffkreislaufes, auch mit Daten über die umgesetzten Mengen, finden Sie unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenstoffzyklus>.